

(19)



(11)

EP 4 560 278 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2025 Patentblatt 2025/22

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G01L 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23211906.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
A63B 71/145; A63B 71/081; G01L 1/02;
G01L 5/0052; G01M 7/08; A63B 2024/0068;
A63B 2220/40; A63B 2220/53; A63B 2220/56;
A63B 2220/833; A63B 2225/02; A63B 2244/10

(22) Anmeldetag: **24.11.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **HÖLBLING, Dominik**
2482 Münchendorf (AT)
• **SEITER, Johannes**
1230 Wien (AT)
• **GRECHENIG, Thomas**
1040 Wien (AT)

(71) Anmelder: **Research Industrial Systems**
Engineering (RISE)
Forschungs-, Entwicklungs- und
Grossprojektberatung GmbH
2320 Schwechat (AT)

(74) Vertreter: **Schwarz & Partner Patentanwälte**
GmbH
Patentanwälte
Wipplingerstraße 30
1010 Wien (AT)

(54) SCHLAGHANDSCHUH MIT DRUCKSENSOR

(57) Die Erfindung betrifft einen Schlaghandschuh (1) mit einem Dämpfungskörper (8), einem fluidgefüllten Körper (2) und einem Drucksensor (3) zur Messung des Drucks im fluidgefüllten Körper (2), wobei zumindest ein Teil des Dämpfungskörpers (8) zwischen einer Aufprallfläche (9) des Schlaghandschuhs (1) und dem fluidgefüllten Körper (2) vorliegt, wobei der Schlaghandschuh (1) weiters eine Recheneinheit (3') umfasst, die dazu ausgebildet ist, den vom Drucksensor (3) gemessenen Druckmesswerten Kraftwerte zuzuordnen, wobei der Schlaghandschuh (1) derart ausgebildet ist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers (2) berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh (1) mit der Aufprallfläche (9) mit einer Kraft von 2,5 kN auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders (104) mit einem Durchmesser vom 7 cm auftrifft.

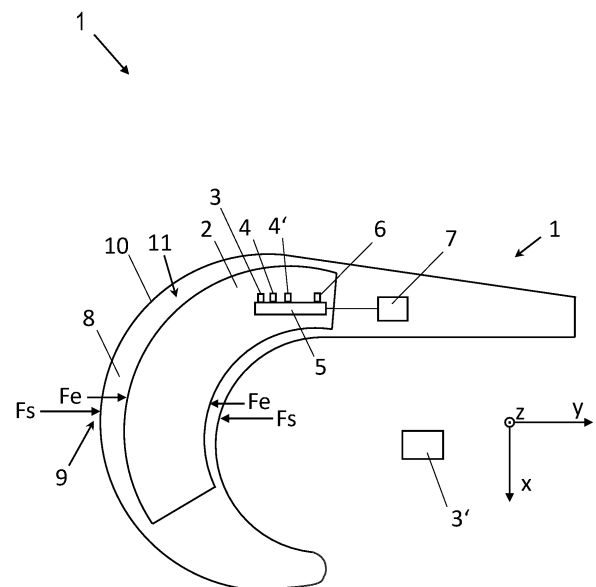


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schlaghandschuh mit einem Dämpfungskörper, einem fluidgefüllten Körper und einem bevorzugt hydrostatischen Drucksensor zur Messung des Drucks im fluidgefüllten Körper, wobei der Dämpfungskörper zwischen einer Aufprallfläche des Schlaghandschuhs und dem fluidgefüllten Körper vorliegt, wobei der Schlaghandschuh weiters eine Recheneinheit umfasst oder mit einer Recheneinheit verbindbar ist, die dazu ausgebildet ist, den vom Drucksensor gemessenen Druckmesswerten Kraftwerte zuzuordnen.

[0002] Bei Kampfsportarten treten üblicherweise zwei oder mehr Athleten in einem Ring gegeneinander an und versuchen, mittels Schlägen, Tritten oder sonstigen Körperkontakten Treffer am jeweils anderen Athleten zu landen. Beispiele für derartige Kampfsportarten, die Gegenstand dieser Beschreibung sind, sind Boxen, Karate, Kickboxen, Taekwondo, Kung Fu etc.

[0003] Zu Wettkampfszwecken aber auch für Trainings und sonstige Tests ist es wünschenswert, einen Schlag oder Tritt zu klassifizieren, z.B. indem man dem Schlag oder Tritt eine Schlagfrequenz, Beschleunigung, Kraft, einen von der Beschleunigung oder der Kraft abgeleiteten Wert, oder eine daraus kombinierte Variable, wie die Schlagtechnik zuordnet. Zur Messung der Beschleunigung sind verschiedene Varianten bekannt, z.B. mittels einer Videoauswertung der Bewegung der Athleten oder mittels eines in einem Schlaghandschuh verbauten Trägheitssensors (Inertial measurement unit, IMU). Stellvertretend werden hierfür die Schriften US 2017/134712, die US 2018/001141, die US 2012/144414 und die WO 2019/106672 genannt. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die gemessene, kinematische Beschleunigung nicht ausreichend ist, um einen Treffer am Körper des Gegners zu erkennen, da der schlagende Athlet seine Hand vor dem Auftreffen beispielsweise absichtlich abbremsen kann, wodurch keine oder eine nur geringe Kraft übertragen wird. Eine unmittelbare Kraftmessung wäre deshalb von Vorteil.

[0004] Beispielsweise wurden in der Studie "Walilko, T. J., Viano, D. C., & Bir, C. A. (2005). Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. British journal of sports medicine, 39(10), 710-719" Kräfte von Schlägen auf den Kopf eines Dummys gemessen. Es wäre vorteilhaft, in der Praxis auftretende Messwerte zu erhalten, um Korrelationen mit Verletzungen oder die Leistungsfähigkeit der Athleten festzustellen.

[0005] Eine unmittelbare Kraftmessung ist jedoch kaum möglich, da hierfür keine Möglichkeiten bekannt sind. Aus der Schrift WO 2020/041806 sind jedoch Schlaghandschuhe mit darin verbauten Fluidkörpern bekannt. Wird mit diesen Schlaghandschuhen ein Treffer am Gegner gelandet, wird dabei der Fluidkörper komprimiert bzw. unter Druck gesetzt. Gemäß dem Gesetz von Boyle-Mariotte steigt bei Kompression eines luftgefüllten Körpers der Innendruck umgekehrt proportional zum Volumen. Laut den Angaben in der WO

2020/041806 kann für jeden gemessenen Druckwert die für die jeweilige Trefferfläche entsprechende Kraft errechnet werden.

[0006] Zur Kalibrierung eines derartigen Schlaghandschuhs kann das in der österreichischen Patentanmeldung A 50128/2023 beschriebene Verfahren eingesetzt werden. Hierbei wird der Schlaghandschuh auf eine Kraftmessplatte beschleunigt, wobei einerseits die Druckmesswerte des Schlaghandschuhs und andererseits die von der Kraftmessplatte aufgezeichneten Kraftmesswerte korreliert werden. Dadurch kann eine Korrelationsfunktion zwischen dem gemessenen Druck und der Schlagkraft erstellt werden.

[0007] Die beschriebenen Schlaghandschuhe mit fluidgefülltem Körper und Drucksensor funktionieren bis zu einem gewissen Grad sehr gut, insbesondere in Trainingssituationen mit Boxsäcken. Im tatsächlichen Einsatz, d.h. wenn ein mit dem Boxhandschuh ausgestatteter Athlet mit einem anderen Athleten trainiert oder kämpft, kommt es jedoch ab und zu äußerst unplausiblen Messwerten, die bislang unerklärbar waren.

[0008] Aus dem Stand der Technik ist weiters die US 2011159939A1 bekannt, welche Beschleunigungssensoren mit einem Messbereich bis 8 g offenbart. Die Messwerte des Beschleunigungssensors werden ausgewertet, um daraus eine Schlagkraft zu berechnen.

[0009] Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, einen Schlaghandschuh mit Drucksensor zu schaffen, der zuverlässiger Messwerte liefert.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen Schlaghandschuh mit einem Dämpfungskörper, einem fluidgefüllten Körper und einem Drucksensor zur Messung des Drucks im fluidgefüllten Körper gelöst, wobei der Dämpfungskörper zwischen einer Aufprallfläche des Schlaghandschuhs und dem fluidgefüllten Körper vorliegt, wobei der Schlaghandschuh weiters eine Recheneinheit umfasst oder mit einer Recheneinheit verbindbar ist, die dazu ausgebildet ist, den vom Drucksensor gemessenen Druckmesswerten Kraftwerte zuzuordnen, wobei der Schlaghandschuh derart ausgebildet ist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer vorbestimmten Kraft, die mindestens 2,5 kN beträgt, auf einen im Wesentlichen unverformbaren Zylinder mit einem Durchmesser vom 7 cm (welcher einen durchschnittlichen Unterarm bzw. die Deckung eines Athleten darstellt) auftrifft.

[0011] Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass es innerhalb des Schlaghandschuhs zu einer Kraftübertragung "durch" den fluidgefüllten Körper kommt, wenn der Schlaghandschuh auf bestimmte Objekte wie den Unterarm eines anderen Athleten trifft. Es ist eine Erkenntnis der Erfindung, dass Schlaghandschuhe des Standes der Technik ausgezeichnet funktionieren, wenn diese auf eine ebene Fläche oder einen Zylinder mit einem großen Durchmesser - wie einen Boxsack - treffen. Hintergrund hierfür ist, dass es zu einer im We-

sentlichen "ebenen" und gleichmäßigen Kraftverteilung auf den Schlaghandschuh kommt, sodass die Kraft gleichmäßig auf den gesamten fluidgefüllten Körper übertragen wird. Der fluidgefüllte Körper wird hierbei im Wesentlichen gleichmäßig komprimiert, wodurch sich die beiden in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten nie berühren werden. Entsprechend wird auch der Druck im fluidgefüllten Körper erwartungsgemäß ansteigen, sodass der gemessene Druck repräsentativ für die Schlagkraft ist.

[0012] Wenn nun der Schlaghandschuh jedoch auf einen unebenen Körper trifft, kann es aufgrund der ungleichmäßigen Kraftverteilung vorkommen, dass der Körper weiter in den Schlaghandschuh "eindringt". Wenn die Kraft hinreichend groß ist, kommt es dazu, dass der fluidgefüllte Körper derart stark zusammengedrückt wird, dass sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers berühren. Dadurch wird aber auch ein Großteil der Kraft durch den fluidgefüllten Körper hindurch abgeleitet, wodurch der Druck im fluidgefüllten Körper nicht mehr repräsentativ für die Schlagkraft ist.

[0013] Es sei festgehalten, dass das eben erwähnte Phänomen des derart stark zusammengequetschten fluidgefüllten Körpers nicht mit bloßem Auge ersichtlich ist, da sich erstens alle mechanischen Abläufe im Inneren des Schlaghandschuhs abspielen und zweitens, da sich die zwei gegenüberliegenden Seiten nur für einen Sekundenbruchteil berühren. Aus diesem Grund wurde bislang auch nicht verstanden, wieso der Drucksensor von bestehenden Schlaghandschuhen manchmal unplausible Ergebnisse lieferte.

[0014] Nachdem diese Erkenntnis durch den Erfinder gewonnen wurde, konnten die Randbedingungen aufgestellt werden, um einen zuverlässigeren Schlaghandschuh mit Drucksensor bereitzustellen. Einerseits hat sich gezeigt, dass es weiterhin nicht oder nur schwer möglich ist, ein Zusammenquetschen des fluidgefüllten Körpers, bis sich die gegenüberliegenden Seiten berühren, für Extremfälle wie Schläge auf eine Kegelspitze zu verhindern. Andererseits konnte ein Kompromiss gefunden werden, um die häufigsten im tatsächlichen Kampfsport auftretenden Fehlerquellen zu vermeiden, nämlich indem der Schlaghandschuh derart ausgebildet wird, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer vorbestimmten Kraft auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders mit einem Durchmesser vom 7 cm auftrifft. Auf Grundlage dieser erfindungsgemäßen Bedingung kann ein zuverlässigerer Schlaghandschuh bereitgestellt werden.

[0015] Der Zylinder mit einem Durchmesser von 7 cm simuliert hierbei z.B. einen Unterarm oder ein anderes Körperteil des jeweils anderen Athleten. Mit der vorgeschlagenen Lösung kam es kaum noch zu unplausiblen Messwerten des Drucksensors. Es sei festgehalten, dass mit der vorgeschlagenen Lösung natürlich auch

ein Berühren der in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers mit der genannten Schlagkraft verhindert wird, wenn ein Zylinderdurchmesser von mehr als 7 cm, beispielsweise 10 cm, eingesetzt wird. Bei einem Zylinderdurchmesser von weniger als 7 cm, z.B. 5 cm, kann hingegen ein Berühren weiterhin nicht zwingend ausgeschlossen werden, was jedoch in Kauf genommen wird, da derartig dünne Elemente im Kampfsport kaum zum Einsatz kommen. Grundsätzlich könnte der Schlaghandschuh durch Anpassung der Materialien oder anderer Eigenschaften auch noch resistenter gegen ein vollständiges Kontrahieren in longitudinaler Richtung des fluidgefüllten Körpers gemacht werden, sodass auch bei einem Zylinderdurchmesser von z.B. 5 cm ein Berühren ausgeschlossen wird. Dies kann beispielsweise erzielt werden, wenn man den Dämpfungskoeffizienten noch weiter erhöht, das Restvolumen verringert oder den Innendruck des fluidgefüllten Körpers erhöht (was jedoch nur schwer permanent umsetzbar ist).

[0016] Für die erfindungsgemäße Lösung wurde die Schlagkraft von 2,5 kN gewählt, da es bei einer derartigen Kraft bei den derzeit bekannten Schlaghandschuhen mit Drucksensor jedenfalls bei einem Schlag auf einen Zylinder wie oben spezifiziert zu einem Berühren kommt. Gleichzeitig wird diese Kraft jedoch häufig im Kampfsport erreicht, insbesondere beim Boxen. In Kenntnis der erfindungsgemäßen Problemstellung und der zugehörigen Lösung war es daher notwendig, den Schlaghandschuh derart auszulegen, dass sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers bei Aufprall auf den genannten Zylinder bei einem Schlag von 2,5 kN nicht berühren, um auch bei durch den Unterarm abgeblockten Schlägen gute Messergebnisse zu liefern.

[0017] Besonders bevorzugt ist die vorbestimmte Kraft jedoch 5 kN, da dies die höchste Schlagkraft ist, die im Schwergewichtsboxen zum Einsatz kommt, siehe die Studie von Walilko. Zwar wird auch bei dem erfindungsgemäßen Schlaghandschuh ein Berühren der in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers bei Aufprall auf den genannten Zylinder nicht immer verhindert, wenn die Schlagkraft z.B. 10 kN beträgt, jedoch scheint dies für das vorliegende Einsatzgebiet unbedeutend zu sein.

[0018] Um eine Überdimensionierung zu verhindern, kann auch vorgesehen sein, dass der Schlaghandschuh derart ausgebildet ist, dass sich die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers berühren, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer zweiten vorbestimmten Kraft, die größer als die erstgenannte vorbestimmte Kraft ist und z.B. mindestens 6 kN beträgt, auf die Mantelfläche des genannten Zylinders auftrifft. In anderen Worten gibt es einen Schwellwert, bei der sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten berühren. Der Schwellwert liegt in der Regel außerhalb des im jeweiligen Anwendungsgebiet vorherrschenden Kräfte. Z.B. liegt die zwei-

te vorbestimmte Kraft im Schwergewichtsboxen bei z.B. 5,5 kN, 6 kN oder darüber. In anderen Gewichtsklassen wie dem Mittelgewichtsboxen könnte die zweite vorbestimmte Kraft aber auch z.B. 4 kN oder 5 kN betragen.

[0019] Sobald der Fachmann mit der Lehre ausgestattet ist, dass der Schlaghandschuh derart ausgebildet werden soll, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers bei einem Schlag mit der genannten Spezifikation berührungsfrei vorliegen sollen, kann dieser geeignete Maßnahmen treffen, um diese Bedingung umzusetzen. Es versteht sich, dass es viele Maßnahmen gibt, um das genannte Berühren der in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten bei einem Schlag mit der genannten Spezifikation zu verhindern, sodass hier keine abschließende Liste von Maßnahmen angeführt werden kann.

[0020] Insbesondere kann der Fachmann jedoch die Geometrie und Anordnung des fluidgefüllten Körpers, das Volumensverhältnis des fluidgefüllten Körpers zum Restvolumen des Schlaghandschuhs, den Dämpfungskoeffizienten für eine Krafteinwirkung auf den fluidgefüllten Körper, den Ausdehnungskoeffizienten des fluidgefüllten Körpers bei einer Krafteinwirkung und oder den Innendruck des fluidgefüllten Körpers wählen, damit der Schlaghandschuh die eingangs erläuterte Eigenschaft aufweist.

[0021] Besonders bevorzugt beträgt der Dämpfungskoeffizient des Schlaghandschuhs bei einer auf die Aufprallfläche auftreffenden Kraft, die der vorbestimmten Kraft entspricht, zumindest 20 %, bevorzugt zumindest 30 %. Um einen hohen Dämpfungskoeffizienten zu erzielen, kann der Schlaghandschuh z.B. im fluidgefüllten Körper eine zusätzliche Stützstruktur (z.B. einen offenporigen Schaumstoff) umfassen, bei dem die Luft trotzdem ungehindert Richtung Drucksensor fließen kann.

[0022] Weiters bevorzugt beträgt der Ausdehnungskoeffizient des fluidgefüllten Körpers bis zu 5 %, bevorzugt bis zu 3 % oder besonders bevorzugt bis zu 1 %. Diese Werte haben sich als geeignet erwiesen, um die oben spezifizierte Eigenschaft herbeizuführen. Die angeführten Werte sind jedoch nicht zwingend, z.B. wenn die angegebene Eigenschaft durch eine Wahl der Form oder Anordnung des fluidgefüllten Körpers herbeigeführt wird. Weiters könnte der Innendruck des fluidgefüllten Körpers auf über 1 bar erhöht werden, z.B. auf zumindest 1,5 bar, zumindest 2 bar oder zumindest 4 bar. Da dies jedoch schwer permanent umsetzbar ist, werden bevorzugt die vorgenannten Maßnahmen gewählt. Weiters könnte der fluidgefüllte Körper anstelle von Luft auch mit einem anderen Medium gefüllt sein, insbesondere mit einem Fluid mit größerer Dichte als Luft. Dadurch würde sich dann das Druckverhältnis im fluidgefüllten Körper bei Kompression anders verhalten, was auch die untenstehenden Formeln verändern würde.

[0023] An dieser Stelle soll noch erwähnt werden, dass es gemäß der bisherigen Auffassung vorteilhaft war, den Dämpfungskoeffizienten besonders gering zu halten, da erwartet wird, dass es bei einem geringen Dämpfungs-

koeffizienten zu einer unmittelbareren Druckübertragung auf den fluidgefüllten Körper kommt. Erfindungsgemäß wurde jedoch festgestellt, dass hoher Dämpfungskoeffizient wie oben beschrieben aus anderen Gründen vorteilhaft ist.

[0024] Besonders bevorzugt ist, wenn der Schlaghandschuh derart ausgebildet ist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers mit einem Abstand von zumindest 1 mm oder zumindest 3 mm vorliegen, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche auf den genannten Zylinder mit der vorbestimmten Kraft auftrifft. Dadurch können auch noch höhere Kräfte aufgenommen werden, ohne dass sich die gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers berühren, d.h. es wird ein noch fehlerunanfälliger Schlaghandschuh geschaffen. Um diesen Abstand zu ermitteln, kann beispielsweise eine Computersimulation des Schlaghandschuhs durchgeführt werden oder es können die in der Figurenbeschreibung angeführten Formeln herangezogen werden.

[0025] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst der Schlaghandschuh einen Hochbeschleunigungssensor, mit dem kinetische Beschleunigungsmesswerte von zumindest 64 g (wobei 1 g = 9,81 m/s² ist) in alle 3 orthogonalen Raumrichtungen (6 Richtungen) messbar sind. Es hat sich herausgestellt, dass messende Schlaghandschuhe nach dem aktuellen Stand der Technik Beschleunigungssensoren beinhalten, die unter Umständen ein Teil von IMUs sind und nur bis maximal 8 g (z.B. US2011159939A1) oder 16g messen können. Hier kommt es oft zu einer Überbeanspruchung im Sinne einer Messbereichsüberschreitung von mehreren Achsen, insbesondere bei der Bremsbeschleunigung während des Auftreffens am Ziel. In dem Fall gibt der herkömmliche Beschleunigungssensor den Messbereichsendwert aus, aber nicht den aktuell realen Beschleunigungsmesswert. Ohne diese Bremsbeschleunigung gibt es jedenfalls eine erhebliche zusätzliche Ungenauigkeit, da entweder die "Vorbewegung" vor Start des Schlagevents (durch Änderung dieser Geschwindigkeit) nicht bekannt ist (wodurch keine Kraftübertragung auf das Ziel berechnet werden kann). Zudem wird bei einer kontinuierlichen Messung der erwähnte entstehende Messfehler dauerhaft akkumuliert und über die Zeit zu einer relevant hohen Ungenauigkeit führt. Die Messwerte des Hochbeschleunigungssensors können somit unter anderem zu einer deutlich genaueren Schlagverfolgung eingesetzt werden.

[0026] Ein weiterer Vorteil des Hochbeschleunigungssensors ist, dass in der Folge die genannte Recheneinheit oder eine weitere Recheneinheit (die sich auch im Handschuh oder extern dazu, z.B. in der Cloud, befinden kann) dazu ausgebildet sein kann, aus Messwerten des Hochbeschleunigungssensors während eines Aufpralls zusammen mit einer geschätzten effektiven Masse einen Referenzwert für die Schlagkraft zu bestimmen. In der Folge kann die genannte Recheneinheit oder die weitere Recheneinheit beispielsweise dazu ausgebildet sein,

den über den Drucksensor bestimmten Kraftwert als Schlagkraft auszugeben, wenn der über den Hochbeschleunigungssensor ermittelte Referenzwert innerhalb einer Toleranz von 10 %, 20 % oder 30 % des über den Drucksensor bestimmten Kraftwerts liegt, und den Referenzwert als Schlagkraft auszugeben, wenn der Referenzwert außerhalb der genannten Toleranz liegt. Alternativ oder zusätzlich kann der Referenzwert auch zur Validierung des Schlaghandschuhes herangezogen werden, siehe unten. Unter Validierung wird hierin verstanden, dass festgestellt wird, ob der Schlaghandschuh die erfindungsgemäßen Eigenschaften aufweist, d.h. ob die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer vorbestimmten Kraft, die mindestens 2,5 kN beträgt, auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders mit einem Durchmesser von 7 cm auftrifft.

[0027] Besonders bevorzugt ist weiters, wenn der Schlaghandschuh eine inertielle Messeinheit mit einem Beschleunigungssensor umfasst, wobei die inertielle Messeinheit bzw. der (Normal-) Beschleunigungssensor bevorzugt gesondert zum Hochbeschleunigungssensor vorliegt, und wobei die genannte Recheneinheit oder eine weitere Recheneinheit bevorzugt dazu ausgebildet ist, die Messwerte der inertialen Messeinheit heranzuziehen. Der Hochbeschleunigungssensor kann insbesondere dazu eingesetzt werden, um die Beschleunigungsspitze während eines Aufpralls zu messen, woraus eine Schlagkraft abgeschätzt werden kann. Eine derart ermittelte Schlagkraft kann mit einer von der Recheneinheit auf Basis der Druckdaten ermittelten Schlagkraft verglichen werden, siehe unten. Wenn der Hochbeschleunigungssensor von der IMU gesondert ist, hat dies den Vorteil, dass dieser nur beim Aufprall hinzugeschaltet werden muss, wodurch der Energiebedarf reduziert werden kann.

[0028] In einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zum Validieren eines Schlaghandschuhes mit einem Dämpfungskörper, einem fluidgefüllten Körper und einem Drucksensor zur Messung des hydrostatischen Drucks im fluidgefüllten Körper (bevorzugt zum Validieren eines Schlaghandschuhes nach einem der Ansprüche 1 bis 4), umfassend die Schritte:

- numerisches oder empirisches Ermitteln eines erwarteten Drucks, der im fluidgefüllten Körper erwartet wird, wenn der Schlaghandschuh mit der genannten vorbestimmten Kraft auf den genannten Zylinder auftrifft,
- Schlagen des Schlaghandschuhes mit der genannten vorbestimmten Kraft auf den genannten Zylinder und Messen des Drucks im fluidgefüllten Körper, und
- Vergleichen, ob der gemessene Druck im Wesentlichen dem erwarteten Druck entspricht.

[0029] Wenn im Schritt des Vergleichens festgestellt

wird, dass der gemessene Druck im Wesentlichen dem erwarteten Druck entspricht, kann darauf geschlossen werden, dass sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers nicht berührt haben, d.h. es handelt sich um einen erfindungsgemäßen Schlaghandschuh wie oben spezifiziert.

[0030] In einer ersten bevorzugten Variante umfasst der Schritt des numerischen Ermittels des erwarteten Drucks folgende Schritte:

- Schätzen eines Dämpfungskoeffizienten des Schlaghandschuhes, der erwarteten Aufprallfläche des Zylinders auf dem fluidgefüllten Körper und optional auch eines Ausdehnungskoeffizienten des fluidgefüllten Körpers umfasst,
- Ermitteln des erwarteten Drucks anhand der Formel $p = F(1-c+(3)/A)$,

wobei F die vorbestimmte Kraft, c der Dämpfungskoeffizient, β der Ausdehnungskoeffizient und A die erwartete Aufprallfläche des Zylinders auf dem fluidgefüllten Körper ist. Es versteht sich, dass der Dämpfungskoeffizient und der Ausdehnungskoeffizient je nach Material eine Funktion in Abhängigkeit der Zug- bzw. Druckkraft sein können.

[0031] Dies hat den Vorteil, dass keine Referenzschläge (d.h. empirisches Ermitteln) notwendig sind, wodurch das Validieren schneller durchgeführt werden kann. Das Schätzen der genannten Werte gemäß den Erfahrungswerten des Fachmannes ist zum Validieren ausreichend, da ein gemessener Druckwert weitaus ungenauer sein wird, wenn sich die gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers während des Schlages berühren.

[0032] In einer zweiten bevorzugten Variante umfasst der Schritt des empirischen Ermittels des erwarteten Drucks folgende Schritte:

- Schlagen des Schlaghandschuhes mit der genannten Kraft auf eine ebene Fläche und Messen des Drucks im fluidgefüllten Körper zum Erhalt des erwarteten Drucks.

[0033] Dies hat den Vorteil, dass ein eindeutiger Referenzwert gewonnen werden kann, von dem mit einer äußerst hohen Wahrscheinlichkeit ausgegangen werden kann, dass sich die gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers während des Schlages nicht berühren, da dies die flächigen Ebenen selbst bei Schlaghandschuhen nach dem Stand der Technik der Fall sein wird.

[0034] In einer dritten bevorzugten Variante umfasst der Schritt des empirischen Ermittels des erwarteten Drucks folgende Schritte:

- Schlagen des Schlaghandschuhes mit der einer Testkraft auf den genannten Zylinder, wobei die Testkraft geringer als die vorbestimmte Kraft ist, bevorzugt geringer als 4 kN, geringer als 3 kN, geringer als 2 kN oder geringer als 1 kN, und Messen des Drucks

im fluidgefüllten Körper zum Erhalt eines Testdruckmesswertes,

- Ermitteln des erwarteten Drucks auf Basis des Testdruckmesswerts.

[0035] Dies hat den Vorteil, dass dieselbe Schlagoberfläche bei Referenzschlag und beim eigentlichen Testschlag eingesetzt werden kann, und es ist kein Wechseln der Schlagoberfläche notwendig. Hierbei wird von einer kleinen Kraft ausgegangen, bei der davon ausgegangen wird, dass sich die gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers während des Schlages nicht berühren. Der Zusammenhang zwischen dem Testdruckmesswert und des erwarteten Drucks kann vorab durch Versuche mit einem bereits validierten Schlaghandschuh bestimmt werden. Im einfachsten Fall kann eine lineare Relation angenommen werden (wenn die vorbestimmte Kraft doppelt so groß ist wie die Testkraft, sollte der erwartete Druck doppelt so groß wie der Testdruckmesswert sein), wobei dieses Verfahren jedoch keineswegs hierauf eingeschränkt ist und auch andere Relationen herangezogen werden können.

[0036] In einer vierten bevorzugten Variante des empirischen Ermitteln kann der Schlaghandschuh einen Hochbeschleunigungssensor umfassen, mit dem Beschleunigungsmesswerte von zumindest 64 g messbar sind, wobei aus Messwerten des Hochbeschleunigungssensors während eines Aufpralls, d.h. während der Entschleunigung, zusammen mit einer geschätzten effektiven Masse ein Referenzwert bestimmt wird, und wobei der Schritt des empirischen Ermitteln des erwarteten Drucks das Bestimmen des Referenzwertes während dem Schritt des Schlagens mit der genannten Kraft von z.B. 2,5 kN oder 5 kN auf den genannten Zylinder umfasst. Der Referenzwert ist ein Kraftwert und kann mit einer geschätzten oder berechneten Aufprallfläche in den erwarteten Druck umgerechnet werden. Dies hat den Vorteil, dass ein empirisches Ermitteln auch während desselben Schlages stattfinden kann.

[0037] Vorteilhaft und nicht einschränkende Ausführungsformen der in den Ansprüchen wiedergegebenen Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Schlaghandschuh zur Kraftmessung in einer schematischen Ansicht mit den im Inneren des Schlaghandschuhs befindlichen Komponenten.

Figur 2 zeigt einen Schlaghandschuh während eines Schlages auf eine ebene Fläche vor dem Aufprallzeitpunkt.

Figur 3 zeigt einen Schlaghandschuh während eines Schlages auf eine ebene Fläche zum Aufprallzeitpunkt.

Figur 4 zeigt einen Schlaghandschuh gemäß dem Stand der Technik während eines Schlages auf einen Zylinder mit einem Durchmesser von 7 cm mit einer Schlagkraft von 5 kN zum Aufprallzeitpunkt.

Figur 5 zeigt einen erfindungsgemäßen Schlaghandschuh während eines Schlages auf einen Zylinder mit einem Durchmesser von 7 cm mit einer Schlagkraft von 5 kN zum Aufprallzeitpunkt.

Figur 6 zeigt einen Prüfstand zum Validieren eines Schlaghandschuhs zur Kraftmessung.

Die Figuren 7, 8 und 9 zeigen die bei einem Aufprall auftretenden Beschleunigungskurven bei einem Schlaghandschuh entlang einer x-Achse (Figur 7), einer y-Achse (Figur 8) und einer z-Achse (Figur 9). In den Darstellungen ist der Messwert in g eingetragen und nicht in m/s^2 , wobei $1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2$ angenommen ist.

Figur 10 zeigt einen Schlaghandschuh, dessen fluidgefüllter Körper eine Stützstruktur umfasst.

[0038] Figur 1 zeigt einen Schlaghandschuh 1, der einen fluidgefüllten Körper 2 (auch "Pad" genannt) umfasst. Der fluidgefüllte Körper 2 besteht aus einer verformbaren Hülle, die mit einem Fluid, insbesondere einem Gas wie Luft oder auch einer Flüssigkeit, gefüllt ist. Im Inneren des fluidgefüllten Körpers 2 befindet sich zudem ein Drucksensor 3, der den hydrostatischen Druck innerhalb des fluidgefüllten Körpers misst und z.B. an eine Recheneinheit 3' weiterleitet, die sich innerhalb oder außerhalb des Schlaghandschuhs 1 befinden kann. Die Recheneinheit 3' kann vom Drucksensor 3 gemessene Druckmesswerte in Kraftmesswerte umrechnen, sodass die Schlagkraft des Schlaghandschuhs 1 ermittelbar ist. Die Recheneinheit 3' kann sich innerhalb oder außerhalb des Körpers des Schlaghandschuhs 1 befinden.

[0039] In einer Variante kann zur Umsetzung des genannten Aufbaus eine Elektronikplatine 5 im Inneren des fluidgefüllten Körpers 2 vorgesehen sein, auf der sich neben dem genannten Drucksensor 3 auch eine inertielle Messeinheit (Inertial Measurement Unit, IMU) 4, ein für besondere Auswertungen vorsehbarer Hochbeschleunigungssensor 4' (siehe unten die Figuren 7 bis 9), eine Recheneinheit mit interner oder externer Übertragungseinheit 6 (z.B. zur Kommunikation mit der Recheneinheit 3') befinden kann. Die Elektronikplatine 5 befindet sich in der Regel teilweise oder vollständig im Inneren des fluidgefüllten Körpers und kann über ein Kabel mit einer Batterie 7 verbunden sein, die sich außerhalb des fluidgefüllten Körpers 2 befindet. Es versteht sich, dass noch weitere Varianten möglich sind. Beispielsweise könnte die Batterie auch im fluidgefüllten Körper 2 vorliegen und die Elektronikplatine 5 könnte eingemoldet sein. Auch muss das Gerät nicht drahtlos ausgeführt werden, wenn z.B. Hardwareschnittstellen vorliegen. Weiters könnte der Hochbeschleunigungssensor 4' Teil der IMU sein und es liegt kein zusätzlicher Hochbeschleunigungssensor 4' vor.

[0040] Weiters umfasst der Schlaghandschuh 1 einen Dämpfungskörper 8, der zwischen einer Aufprallfläche 9 des Schlaghandschuhs 1 und dem fluidgefüllten Körper 2 vorliegt. Der Dämpfungskörper 8 setzt sich üblicherweise

zusammen aus einer Außenhülle 10 und einem Schaumstoffkörper 11. Die Außenhülle 10 ist in den meisten Fällen eine Lederschicht oder eine Kunstlederschicht, d.h. eine Kunststofflage. Eine Seite der Außenhülle 10 bildet die Aufprallfläche 9 und an der anderen Seite der Außenhülle 10 befindet sich der Schaumstoffkörper 11. Der Schaumstoffkörper 11 beabstandet den fluidgefüllten Körper 2 von der Außenhülle 10.

[0041] Die Aufprallfläche 9 ist hierbei im Wesentlichen die Frontalfläche (konvexe Seite vor der Handflächenverlängerung) des Schlaghandschuhs 1, mit der üblicherweise mit einem Faustschlag geschlagen wird, wie in Figur 1 dargestellt. Die Aufprallfläche 9 könnte sich aber auch am Handrücken oder an einer anderen Stelle des Schlaghandschuhs 1 befinden, wobei der fluidgefüllte Körper 2 entsprechend anders ausgestaltet ist.

[0042] Der Dämpfungskörper 8 hat die Wirkung, dass eine eintreffende Schlagkraft F_s (bzw. die durch den Schlaghandschuh 1 ausgeübte Kraft) um einen gewissen Faktor reduziert wird und der fluidgefüllte Körper 2 in der Folge eine geringere effektive Kraft F_e erfährt. Man spricht hierbei vom sogenannten Dämpfungskoeffizienten c des Schlaghandschuhs 1. Dies ist in Figur 1 dargestellt, in der an der Innenseite des Schlaghandschuhs 1 eine durch die Hand des Athleten ausgeübte Schlagkraft F_s und an der außenliegenden Aufprallfläche 9 die gegengleiche Kraft F_s vorliegt. Der fluidgefüllte Körper 2 erfährt jedoch, durch die Dämpfung des Dämpfungskörpers 8, nur die effektive Kraft F_e , die geringer ist als die Schlagkraft F_s (in Figur 1 ist die effektive Kraft F_e zur leichteren Übersicht versetzt dargestellt).

[0043] Der Dämpfungskoeffizient c ist in der Regel von den Materialeigenschaften und den verwendeten Dicken der eingesetzten Materialien des Schlaghandschuhs 1 abhängig und in der Regel auch nicht linear, sondern kann je nach Schlagkraft F_s variieren. So kann der Dämpfungskoeffizient bei demselben Schlaghandschuh 1 für eine Schlagkraft von 1 kN beispielsweise 15 % betragen und für eine Schlagkraft von 2 kN beispielsweise 18 % betragen (Werte willkürlich angenommen). Der Dämpfungskoeffizient c sollte daher für eine jeweilige Schlagkraft F_s angegeben werden.

[0044] Die Bestimmung des Dämpfungskoeffizienten c kann im einfachsten Fall durch eine Simulation mittels eines Computers ermittelt werden, wenn die Materialeigenschaften der Komponenten des Schlaghandschuhs 1 und dessen interner Aufbau bekannt sind. Man kommt jedoch im Wesentlichen zum selben Ergebnis, wenn man den Dämpfungskoeffizienten c empirisch bestimmt, z.B. mit einem Prüfstand 101 wie in Figur 6 gezeigt. Der Prüfstand 101 umfasst optional eine im Wesentlichen horizontal angeordnete Kraftmessplatte 102, die Kraftmesswerte misst und ausgibt (oder einfach nur eine starre Platte 103 wie in den Figuren 2 und 3 dargestellt ohne weitere Funktionen), und zumindest zwei Haltepositionen x_1 , x_2 . Die optionale Kraftmessplatte 102 kann einen Sensorbereich von z.B. 5 kN aufweisen, da dies der größten erwarteten Kraftmesswert ist. Im

Schlaghandschuh 1 wird üblicherweise eine vorbestimmte Masse von z.B. 3 kg angeordnet. Im dargestellten Beispiel befinden sich die Haltepositionen x_1 , x_2 in unterschiedlichen Abständen vertikal über der Kraftmessplatte 102. Wird der Schlaghandschuh 1 nun zu einer der Haltepositionen x_1 , x_2 verbracht und fallengelassen, wird dieser durch die Schwerkraft in Richtung der Kraftmessplatte 102 beschleunigt. Durch die unterschiedlichen Abstände der Haltepositionen x_1 , x_2 zur Kraftmessplatte 102 wird der Schlaghandschuh 1 mit einer unterschiedlichen Geschwindigkeit auf die Kraftmessplatte 102 auftreffen, sodass ein Fallenlassen von den beiden Haltepositionen x_1 , x_2 zu unterschiedlichen Schlagkräften F_s führen wird. Der Prüfstand 101 könnte naturgemäß auch anders ausgeführt werden, z.B. mittels einer vorbestimmten Beschleunigung des Schlaghandschuhs 1 in einer horizontalen Richtung, z.B. wenn der Schlaghandschuh 1 durch eine Feder oder einen Motor beschleunigt wird.

[0045] Der Prüfstand 101 ermöglicht, dass eine vorbestimmte Schlagkraft F_s am Schlaghandschuh 1 anliegen kann, die durch die Masse und Höhe der Haltepositionen x_1 , x_2 ermittelt oder über die Kraftmessplatte 102 gemessen werden kann. Gleichzeitig kann der Druck im Schlaghandschuh 1 durch den Drucksensor 3 gemessen werden. Die effektive Kraft F_e kann in der Folge durch Messwerte des Drucksensors 3 durch die Formel $F_e = p \cdot A$ ermittelt werden. In der Folge kann auch der Dämpfungskoeffizient c durch die Formel $F_e = (1-c) \cdot F_s$ ermittelt werden.

[0046] Die oben erläuterten Ausführungen (sowohl bezüglich der numerischen Bestimmung als auch der empirischen Bestimmungen) sind in erster Näherung ausreichend, jedoch kann auch ein Ausdehnungskoeffizient β des fluidgefüllten Körpers 2 mitberücksichtigt werden. Der Ausdehnungskoeffizient β beschreibt die Ausdehnung des fluidgefüllten Körpers 2 bei einer Kräfteinwirkung, sodass sich die Oberfläche des fluidgefüllten Körpers 2 verändern kann. Unter Berücksichtigung des Ausdehnungskoeffizienten β kann die effektive Kraft F_e durch die Formel $F_e = (1-c+(3)\beta) \cdot F_s$ ermittelt werden. Da der Ausdehnungskoeffizient β jedoch in der Regel geringer als der Dämpfungskoeffizient c ist, kann der Ausdehnungskoeffizient β in ersten Näherungen auch vernachlässigt bzw. als $\beta = 0$ angesetzt werden.

[0047] Die Figuren 2 und 3 zeigen typische Verformungen des Schlaghandschuhs 1 bei einem Schlag auf eine ebene Fläche 103 (wie z.B. der Kraftmessplatte 102 oder einer starren Platte des beschriebenen Prüfstandes 101). Die ebene Fläche 103 könnte auch durch einen Boxsack gebildet werden, der durch seinen großen Durchmesser eine im Wesentlichen ebene Fläche bildet. Die gezeigten Verformungen treten sowohl Schlaghandschuhen 1 mit fluidgefülltem Körper 2 auf, die nach dem Stand der Technik oder gemäß der vorliegenden Erfindung konstruiert sind. Figur 2 zeigt den fluidgefüllten Körper 2 während der Beschleunigung, d.h. vor dem Auftreffen auf die ebene Fläche 103, d.h. im Wesent-

lichen ohne externe Krafteinwirkung, an dem ein Ruhe-
druck p_0 (z.B. 1 bar) im fluidgefüllten Körper vorliegt. Der
fluidgefüllte Körper 2 kann als im Wesentlichen unver-
formt bezeichnet werden.

[0048] Figur 3 zeigt den Schlaghandschuh 1 von Figur
2 beim Auftreffen auf die ebene Fläche 103, d.h. während
die Schlagkraft F_s von z.B. 5 kN an der Aufprallfläche 9
anliegt. Durch die ebene Fläche 103 wird die Kraft gleich-
mäßig auf den fluidgefüllten Körper 2 übertragen, sodass
dieser im Wesentlichen gleichmäßig gequetscht wird.
Hierbei handelt es sich um einen Idealfall, der in Train-
ingssituationen und bei Versuchen mittels eines Prüf-
standes 101 vorliegt. Diese Situation wird aber auch
regelmäßig in echten Kampfsituationen erreicht, wenn
z.B. ein Körpertreffer vorliegt, wobei der Körper die ebe-
ne Fläche 103 bildet.

[0049] Es sollte ersichtlich sein, dass es bei einer
derartigen Quetschung zwischen zwei im Wesentlichen
ebenen Flächen nie dazu kommen wird, dass sich die
zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des
fluidgefüllten Körpers 2 berühren. Es ist jedoch eine Er-
kenntnis der Erfindung, dass sich diese Situation bei
einem Schlaghandschuh nach dem Stand der Technik
anders verhält, wenn der Schlaghandschuh auf eine
unebene Fläche wie einen Unterarm oder einen Zylinder
104 mit einem Durchmesser vom 7 cm (der die Form
eines Unterarms annähert) auftritt. Diese Situation ist in
Figur 4 gezeigt.

[0050] Aus Figur 4 ist ersichtlich, dass es bei einem
willkürlich gefertigten Schlaghandschuh 200 dazu
kommt, dass sich die eintreffende Kraft nicht auf die
gesamte Oberfläche des fluidgefüllten Körpers 2 vertei-
len kann, sondern nur auf einen Teilbereich dessen.
Dadurch wird der fluidgefüllte Körper 2 nur lokal ge-
quetscht, bis es dazu kommt, dass sich die zwei in Auf-
prallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüll-
ten Körpers 2 berühren. In der Folge liegt im fluidgefüllten
Körper 2 jedoch kein Druck mehr vor, der repräsentativ
für die eintreffende Schlagkraft F_s ist. Dieses Problem
bzw. dessen Ursache wurde lange nicht erkannt und wird
in den Schlaghandschuhen nach dem Stand der Technik
nicht korrigiert, da das Phänomen des vollständigen
Durchdrückens des fluidgefüllten Körpers 2 nicht mit
freiem Auge ersichtlich ist.

[0051] Figur 5 zeigt, dass der erfindungsgemäß her-
gestellte Schlaghandschuh 1 derart ausgestaltet ist,
dass es nicht zu einem Berühren der zwei in Aufprall-
richtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten
Körpers 2 kommt, selbst wenn der Schlaghandschuh 1
mit einer Kraft von 5 kN auf eine Mantelfläche eines im
Wesentlichen unverformbaren Zylinders mit einem
Durchmesser vom 7 cm trifft.

[0052] An dieser Stelle sei festgehalten, dass die Kraft
von 5 kN in diesem Beispiel als sogenannte vorbestimm-
te Kraft angesehen wird, d.h. der Schlaghandschuh 1 soll
derart ausgelegt sein, dass er bei 5 kN zuverlässige
Messergebnisse liefert. Die vorbestimmte Kraft könnte
auch geringer, z.B. 4 kN, 3 kN oder 2,5 kN, oder größer,

z.B. 6 kN, gewählt werden. In den folgenden Beispielen
ist die vorbestimmte Kraft mit 5 kN gewählt, könnte aber
auch allgemeiner als zumindest 2,5 kN angenommen
werden.

[0053] Unter der oben aufgestellten Bedingung ist es
dem Fachmann ein leichtes, den erfindungsgemäßen
Schlaghandschuh 1 zu konstruieren, z.B. indem ein hö-
herer Dämpfungskoeffizient c und/oder ein geringerer
Ausdehnungskoeffizient β als im Stand der Technik he-
rangezogen wird. Insbesondere kann der Dämpfungs-
koeffizient c des Schlaghandschuhs 1 bei einer auf die
Aufprallfläche auftreffenden Kraft von 5 kN zumindest
20 %, bevorzugt zumindest 30 % betragen und/oder der
Ausdehnungskoeffizient β des fluidgefüllten Körpers bis
zu 5 %, bevorzugt bis zu 3 % oder besonders bevorzugt
bis zu 1 % betragen.

[0054] Um einen hohen Dämpfungskoeffizienten c zu
erzielen, kann der Fachmann beispielsweise ein ande-
res, besser dämpfendes Material für den Schaumstoff-
körper 11 heranziehen, ein zusätzliches Material wie eine
Trennschicht in den Schaumstoffkörper 11 einbringen
und/oder den Abstand zwischen der Aufprallfläche 9
und dem fluidgefüllten Körper 2 erhöhen - insbesondere
höher gewählt werden, als in Figur 1 ersichtlich ist.

[0055] Um einen geringen Ausdehnungskoeffizienten
 β zu erzielen, kann der fluidgefüllte Körper beispiele-
weise aus einem weniger dehnbaren Material gefertigt
werden.

[0056] Es können weitere Überlegungen einfließen,
um zu erzielen, dass es unter den spezifizierten Bedin-
gungen nicht zu einem Berühren der zwei in Aufprall-
richtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten
Körpers 2 kommt. Beispielsweise kann der Abstand zwi-
schen der Aufprallfläche 9 und dem fluidgefülltem Körper
2 größer ausgeführt werden, als dies bei Schlaghand-
schuhen gemäß dem Stand der Technik der Fall ist,
einerseits, da dies wie oben erläutert den Dämpfungs-
koeffizienten c erhöht und andererseits, um das Ein-
dringvolumen des Zylinders 104 in den fluidgefüllten
Körper 2 zu verringern.

[0057] Das maximal erlaubte Eindringvolumen V_x des
Zylinders 104 in den fluidgefüllten Körper 2 kann berech-
net werden als $V_x = V_z/2 + dz \cdot h_z \cdot (h_{pad} - dz/2 - h_{rest})$. Hier-
bei ist:

V_z das Zylindervolumen mit einer an der Aufprall-
fläche angenommenen Zylinderhöhe h_z ,
 dz der Zylinderdurchmesser,
 h_z die an der Aufprallfläche angenommene Zylinder-
höhe h_z normal zur Aufprallrichtung und zum Zylin-
derdurchmesser,
 h_{pad} die Dicke des fluidgefüllten Körpers vor einer
Krafteinwirkung (z.B. die Distanz von der Unterseite
und Oberseite des fluidgefüllten Körpers in Aufprall-
richtung), und
 h_{rest} die Restdicke des fluidgefüllten Körpers 2 bei
Krafteinwirkung in Aufprallrichtung.

[0058] Gemäß dem Gesetz von Boyle-Mariotte kann nun die Gleichung $VO/Vy = p_{pad}/p_0$ aufgestellt werden. Hierbei ist:

V_x das genannte Eindringvolumen,
 V_y das Restvolumen, wobei $V_y = V_0 - V_x$, wobei V_0 das Volumen des fluidgefüllten Körpers 2 vor einer Krafteinwirkung ist,
 p_{pad} der maximale Druck im fluidgefüllten Körper 2 während des Kontaktes mit dem Ziel, und
 p_0 der genannte Ruhedruck, üblicherweise 1 bar.

[0059] Der Druck p_{pad} im fluidgefüllten Körper 2 während des Schlages kann wiederum berechnet werden aus $p_{pad} = F_e/A_z$. Hierbei ist:

F_e die effektive Kraft, die am fluidgefüllten Körper 2 anliegt, und sich wie oben erläutert berechnet als $F_e = (1-c+(3)*F_s)$, und
 A_z die gedachte Kontaktfläche des Zylinders 104 am fluidgefüllten Körper 2 während des Schlages, z.B. überschlagsmäßig $A_z = d_z * h_z$.

[0060] Es versteht sich, dass die obigen Formeln weiter verfeinert werden können, z.B. wenn die Geometrie des fluidgefüllten Körpers 2 genauer beschrieben wird. Weiters versteht es sich, dass die Formel dahingehend abgewandelt werden kann, dass nicht die gesamte Hälfte des Zylinders eindringt, sondern nur ein entsprechendes Kreissegment der Grundfläche in der Berechnung zu tragen käme.

[0061] Die voranstehenden Formeln umfassen die erfindungsgemäße Bedingung, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers 2 berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh 1 mit der Aufprallfläche 9 mit einer Kraft von 5 kN auf den genannten Zylinder 104 auftrifft, d.h. die Restdicke h_{rest} des fluidgefüllten Körpers 2 bei Krafteinwirkung ist größer Null. Vorteilhaft ist, wenn der Schlaghandschuh 1 derart dimensioniert wird, dass die Restdicke h_{rest} des fluidgefüllten Körpers 2 bei einer Krafteinwirkung von 5 kN zumindest 1 mm oder zumindest 3 mm beträgt.

[0062] In einem Beispiel können die geometrischen Maße V_0 , h_z , V_z , d_z , h_{pad} , A_z als gegeben angesehen werden. Weiters können die beispielhaften Werte $p_0 = 1$ bar, $F_s = 4,7$ kN angenommen werden. Wenn nun als Randbedingung aufgestellt wird, dass sich die gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers 2 nur bis auf $h_{rest} = 0,1$ cm nähern sollen, kann ein Eindringvolumen V_x errechnet werden. Damit die Gleichung $VO/Vy = p_{pad}/p_0$ erfüllt ist, müssen der Dämpfungskoeffizienten c und der Ausdehnungskoeffizient β entsprechend gewählt werden, z.B. mit $c = 50\%$ und $\beta = 5\%$.

[0063] Insbesondere ist aus den obigen Formeln ersichtlich, dass die erfindungsgemäßen Bedingungen erzielt werden, wenn die effektive Kraft besonders klein ist, was dadurch erzielt werden kann, wenn der Dämpfungs-

koeffizient c besonders groß gewählt wird und der Ausdehnungskoeffizient β besonders klein. Weiters kann durch eine Formgestaltung und Anordnung des fluidgefüllten Körpers 2 innerhalb des Schlaghandschuhs 1 das Verhältnis VO/Vy angepasst werden.

[0064] Es ist ersichtlich, dass es dem Fachmann freisteht, eine Vielzahl an Parametern anzupassen, um die erfindungsgemäße Bedingung zu erfüllen. In der Praxis bietet sich an, dass der Fachmann einen Schlaghandschuh 1 gemäß den Grundrissen der obigen Lehre herstellt und danach testet (validiert), ob dieser die Eigenschaft aufweist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers 2 berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh 1 mit der Aufprallfläche mit einer Kraft von 5 kN auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders 104 mit einem Durchmesser vom 7 cm auftrifft.

[0065] Um einen Schlaghandschuh 1 zu validieren, d.h. um zu testen, dass die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten bei einem Schlag mit 5 kN auf den genannten Zylinder 104 tatsächlich berührungsfrei vorliegen, kann wie folgt vorgegangen werden.

[0066] Erstens wird ein Druck ermittelt, der im fluidgefüllten Körper erwartet wird, wenn der Schlaghandschuh 1 mit der genannten Kraft von 5 kN auf den genannten Zylinder 104 auftrifft. Dieses Ermitteln des erwarteten Drucks kann auf mehrere Arten erfolgen. Beispielsweise kann der Druck numerisch ermittelt werden, indem der Dämpfungskoeffizient c des Schlaghandschuhs, die erwartete Aufprallfläche A des Zylinders 104 auf dem fluidgefüllten Körper 2 und optional auch der Ausdehnungskoeffizient β durch einen Fachmann geschätzt werden. Der erwartete Druck kann dann als $p = F(1-c+(3)/A)$ geschätzt werden, wobei $F = 5$ kN.

[0067] Der erwartete Druck kann aber auch empirisch bestimmt werden, z.B. wenn der Schlaghandschuh 1 zuerst mit 5 kN auf eine ebene Fläche 103 geschlagen wird und der Druck gemessen wird (es sollte erwartet werden, dass unabhängig von der Form des Objekts dieselbe Schlagkraft zu zumindest ähnlichen Druckmesswerten führt). Alternativ kann der erwartete Druck bestimmt werden, indem zuerst ein Referenzschlag mit einer geringeren Kraft als 5 kN auf den genannten Zylinder 104 erfolgt, wobei die geringere Kraft derart gewählt wird, dass sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers jedenfalls nicht berühren, z.B. bei im Wesentlichen 3 kN. Da sich die erwartete Aufprallfläche A des Zylinders 104 auf dem fluidgefüllten Körper 2 nicht oder nur unwesentlich verändern wird, wird ein bestimmbarer Zusammenhang zwischen Druck und Kraft erwartet, wodurch der gemessene Druckwert für die geringere Kraft auf die Kraft von 5 kN extrapoliert werden kann.

[0068] Nachdem oder bevor der erwartete Druck bestimmt wurde, erfolgt der Schritt des Schlagens des Schlaghandschuhs 1 mit der genannten Kraft von 5 kN auf den genannten Zylinder 104 und Messen des Drucks im fluidgefüllten Körper 2. Dies (und auch die

Schläge zum empirischen Ermitteln des erwarteten Drucks) kann mittels des genannten Prüfstandes 101 erfolgen.

[0069] Nachdem der erwartete Druck bei 5 kN bei einem Schlag auf den Zylinder 104 und der gemessene Druck bei 5 kN bei einem Schlag auf den Zylinder 104 vorliegen, kann der Schlaghandschuh 1 validiert werden, d.h. die beiden Werte werden miteinander verglichen, z.B. mittels einer Auswerteeinheit 105, welche die Messwerte des Drucksensors 2 empfängt und auch mit der Kraftmessplatte 102 verbunden sein kann, um die gemessene Schlagkraft F_s zu bestätigen. Wenn der erwartete Druck im Wesentlichen dem gemessenen Druck entspricht, kann darauf geschlossen werden, dass sich die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers beim Schlag mit 5 kN auf den Zylinder 104 nicht berührt haben. Es liegt somit ein Schlaghandschuh 1 mit den erfindungsgemäßen Eigenschaften vor. Wenn der erwartete Druck und der gemessene Druck jedoch weit auseinanderliegen, kann darauf geschlossen werden, dass sich die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers beim Schlag mit 5 kN auf den Zylinder 104 berührt haben. Es liegt somit kein Schlaghandschuh mit den erfindungsgemäßen Eigenschaften vor, sondern ein Schlaghandschuh 200 wie in Figur 4 gezeigt.

[0070] Da die Druckmesswerte im fluidgefüllten Körper 2 in der Praxis de facto kaum mit der Schlagkraft korrelieren werden, wenn sich die gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers 2 berühren, kann das Kriterium, dass der erwartete Druck im Wesentlichen dem gemessenen Druck entsprechen soll, weit ausgelegt werden, z.B. als $\pm 10\%$ oder auch als $\pm 20\%$. Daher kann auch die Schätzung der genannten Werte zum numerischen Ermitteln äußerst grob erfolgen.

[0071] Die Figuren 7 bis 9 zeigen die auftretenden Beschleunigungswerte a_x , a_y , a_z bei einem Schlag mit dem Schlaghandschuh 1, wobei die Schlagkraft $F_s = 5$ kN beträgt. Auf der vertikalen Achse ist die Beschleunigung in Einheiten von g eingetragen, wobei $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Auf der horizontalen Achse ist ein Zeitverlauf eingetragen, wobei der Aufprall des Schlags bei ca. 0,72 Sekunden beginnt. Bei dem Schlag, für den die Beschleunigungswerte dargestellt sind, traf der Schlaghandschuh 1 auf eine ebene Fläche 103, wobei dieselben oder zumindest ähnliche Beschleunigungswerte bei einem Schlag auf einen Zylinder 104 mit den genannten Eigenschaften erwartet werden. Der Beschleunigungswert a_y wurde entlang der Schlagrichtung gemessen und die Beschleunigungswerte a_x , a_z in orthogonalen Richtungen normal zur Schlagrichtung, siehe auch das Koordinatensystem in Figur 1.

[0072] An dieser Stelle sei angemerkt, dass dieser Beschleunigungsverlauf, der nach dem Auftreffen des Schlaghandschuhs 1 auf ein Ziel auftritt, bei den Schlaghandschuhen 200 aus dem Stand der Technik nicht gemessen wird. Zwar umfasst z.B. auch der Schlaghandschuh der WO 2020/041806 einen Beschleuni-

gungssensor, jedoch wird dieser dazu eingesetzt, die Bewegung der Hand während eines Schlags ("während der Schlagaussführung") nachzuverfolgen. Jedoch ist der dort beschriebene Beschleunigungssensor nur ein herkömmlicher Beschleunigungssensor und es wird insbesondere festgehalten, dass der dort gezeigte Beschleunigungssensor nicht dazu geeignet ist, aus der Beschleunigung während dem Aufprall eine Kraft abzuleiten.

[0073] Ein Problem der in Schlaghandschuhen des Standes der Technik verbauten Beschleunigungssensoren ist insbesondere, dass diese in der Regel ein Teil herkömmlicher IMUs sind und üblicherweise nur Negativbeschleunigungen von maximal 16 g (pro Richtung) aufzeichnen können. IMUs sind deshalb relevant, da sie neben der linearen Beschleunigung auch Drehraten aufzeichnen, was zur Verfolgung der Hand während der Schlagaussführung notwendig ist. Aus den Verläufen der Figuren 7 bis 9 ist jedoch ersichtlich, dass derartige Beschleunigungssensoren nicht ausreichen, um die Spitzen der Beschleunigungen adäquat zu bestimmen, da diese in einem Bereich von 50 g bis 64 g bzw. achsenübergreifend sogar etwas darüber z.B. 71 g liegen. Eine derart genaue Bestimmung ist im Stand der Technik auch nicht notwendig, da bei einer Verfolgung der Hand eine Messung der Beschleunigung im Bereich von bis zu 16 g ausreichend ist.

[0074] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird nun jedoch ein Hochbeschleunigungssensor 4' eingesetzt, der Beschleunigungen von zumindest 64 g pro Richtung messen kann. Dieser kann Teil einer IMU sein, aber besonders bevorzugt ist der Hochbeschleunigungssensor 4' zusätzlich zu einer IMU vorgesehen, die einen herkömmlichen Beschleunigungssensor aufweist, der z.B. Beschleunigungen von maximal 16 g messen kann.

[0075] Wenn der Hochbeschleunigungssensor 4' gesondert von der IMU ausgeführt ist, hat dies insbesondere auch den Vorteil, dass der Drehratensensor der der IMU dazu eingesetzt werden kann, die Schwerkraft aus den Beschleunigungsdaten des

[0076] Hochbeschleunigungssensors 4' adäquat wegzurechnen. In anderen Worten können die Messdaten des Hochbeschleunigungssensors 4' und des Drehratensensors der IMU verknüpft werden, um die Beschleunigungswerte des Schlaghandschuhs 1 zu bestimmen, was z.B. über eine bzw. die Recheneinheit 3' stattfinden kann.

[0077] Die mittels des Hochbeschleunigungssensors 4' bestimmten Beschleunigungswerte können dazu eingesetzt werden, um alternativ oder zusätzlich zum fluidgefüllten Körper 2 mit Drucksensor 3 eine Schlagkraft zu bestimmen. Es sei festgehalten, dass eine über den Hochbeschleunigungssensors 4' ermittelte Schlagkraft F_s zwar aussagekräftig ist, aber in der Regel ungenauer ist als eine über den Drucksensor 3 bestimmte Schlagkraft F_s .

[0078] Zur Bestimmung der Schlagkraft F_s über den Hochbeschleunigungssensor 4' kann eine effektive Masse geschätzt und mit den Beschleunigungsmesswerten

des Hochbeschleunigungssensors 4' multipliziert werden, um die Schlagkraft F_s zu bestimmen. Die effektive Masse kann auch empirisch gemessen und dann mittels statistischer Verfahren (bsp. Machine Learning) genutzt werden, um sich an die Kraft anzunähern. Die derart über den Hochbeschleunigungssensor 4' bestimmte Schlagkraft kann als Referenzwert angesehen werden, z.B. um eine mittels des Drucksensors 3 gemessene Druckkraft zu verifizieren. Wenn der Referenzwert z.B. innerhalb einer Toleranz von 10 %, 20 % oder 30 % der durch den Drucksensor 3 bestimmten Schlagkraft F_s liegt, kann darauf geschlossen werden, dass sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers 2 nicht berührt haben. Sollte der Referenzwert jedoch außerhalb der genannten Toleranz liegen, kann darauf geschlossen werden, dass die Messwerte des Drucksensors 3 nicht aussagekräftig sind, z.B. da sich die in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers 2 berührt haben oder da eine andere Art eines Aufpralls vorliegt, für die der fluidgefüllte Körper 2 nicht ausgelegt ist, z.B. ein seitlicher Schlag mit dem Schlaghandschuh 1 oder ein Handruckschlag. Zusammengefasst wird die Schlagkraft bevorzugt auf Basis der vom Drucksensor 3 gelieferten Daten bestimmt, wenn der Referenzwert innerhalb der genannten Toleranz liegt und anderenfalls kann der Referenzwert selbst als Schlagkraft herangezogen werden.

[0079] Weiters können die vom Hochbeschleunigungssensor 4' gelieferten Daten zur genaueren Schlagerkennung (über beispielsweise Machine Learning oder Decision Tree Statistiken) dienen, da mit dem Hochbeschleunigungssensor 4' auch eine genaue Aufprallrichtung festgestellt werden kann (bei einer klassischen IMU sind meist mehrere Achsen überbeansprucht bzw. haben Plateaubildungen, sodass diese eine Messbereichsüberschreitung erfahren, die zu einem gravierenden Messfehler führt).

[0080] Figur 10 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform, bei der eine Stützstruktur 20 im Inneren des fluidgefüllten Körpers 2 vorliegt. Die Stützstruktur 20 übt einen Widerstand aus, wenn der fluidgefüllte Körper 2 zusammengedrückt wird, sodass die Stützstruktur 20 den Dämpfungskoeffizienten c des Schlaghandschuhs 1 erhöht. Die Stützstruktur 20 ist derart ausgestaltet, sodass sich das im fluidgefüllten Körper 2 befindliche Fluid weiterhin ungestört in diesem ausbreiten kann und dadurch die Druckmessung nicht beeinflusst wird. Die Stützstruktur 20 ist hierzu beispielsweise offenporig ausgestaltet. In der dargestellten Ausführungsform in Figur 10 ist der fluidgefüllte Körper 2 mit einer wabenförmigen Stützstruktur 20 dargestellt, was sich in der Praxis besonders bewährt hat. In dieser Ausführungsform berühren sich die zwei gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers mittelbar, wenn die Stützstruktur 20 bis auf ein Maximum zusammengedrückt ist. d.h. es könnte auch definiert werden, dass der Schlaghandschuh 1 derart ausgebildet ist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers be-

rührungsfrei und ohne eine maximal zusammengedrückte Stützstruktur 20 (sofern vorhanden) und/oder in einem Mindestabstand von z.B. 1 mm, 2 mm, 3 mm oder mehr vorliegen (bei diesem Mindestabstand wird die Stützstruktur 20 jedenfalls noch nicht maximal zusammengedrückt sein), wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer vorbestimmten Kraft, die z.B. mindestens 2,5 kN oder mindestens 5 kN beträgt, auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders mit einem Durchmesser von 7 cm auftrifft. Wenn keine Stützstruktur 20 zwischen den in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten vorliegt, kann definiert werden, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers jedenfalls berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer vorbestimmten Kraft, die mindestens 2,5 kN beträgt, auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders mit einem Durchmesser von 7 cm auftrifft. Unabhängig davon, ob eine Stützstruktur 20 vorliegt, könnte auch definiert werden, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers in einem Mindestabstand von z.B. 1 mm, 2 mm, 3 mm oder mehr vorliegen, wenn der Schlaghandschuh mit der Aufprallfläche mit einer vorbestimmten Kraft, die mindestens 2,5 kN beträgt, auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders mit einem Durchmesser von 7 cm auftrifft.

Patentansprüche

1. Schlaghandschuh (1) umfassend einen Dämpfungskörper (8), einen fluidgefüllten Körper (2) und einen Drucksensor (3) zur Messung des hydrostatischen Drucks im fluidgefüllten Körper (2),

wobei zumindest ein Teil des Dämpfungskörpers (8) zwischen einer Aufprallfläche (9) des Schlaghandschuhs (1) und dem fluidgefüllten Körper (2) vorliegt,

wobei der Schlaghandschuh (1) weiters eine Recheneinheit (3') umfasst oder mit einer Recheneinheit (3') verbindbar ist, die dazu ausgebildet ist, den vom Drucksensor (3) gemessenen Druckmesswerten Kraftwerte zuzuordnen,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Schlaghandschuh (1) derart ausgebildet ist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers (2) berührungsfrei vorliegen, wenn der Schlaghandschuh (1) mit der Aufprallfläche (9) mit einer vorbestimmten Kraft, die mindestens 2,5 kN beträgt, auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders (104) mit einem Durchmesser von 7 cm auftrifft.

2. Schlaghandschuh (1) nach Anspruch 1, wobei die

vorbestimmte Kraft im Wesentlichen 2,5 kN, im Wesentlichen 3 kN, im Wesentlichen 4 kN oder im Wesentlichen 5 kN beträgt.

3. Schlaghandschuh (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Schlaghandschuh (1) derart ausgebildet ist, dass sich die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers (2) berühren, wenn der Schlaghandschuh (1) mit der Aufprallfläche (9) mit einer weiteren vorbestimmten Kraft, die größer als die erstgenannte vorbestimmte Kraft ist und beispielsweise mindestens 6 kN beträgt, auf die Mantelfläche des genannten Zylinders (104) auftrifft. 5
4. Schlaghandschuh (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Stützstruktur (20) innerhalb des fluidgefüllten Körpers (2) vorliegt. 10
5. Schlaghandschuh (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Dämpfungskoeffizient des Schlaghandschuhs (1) bei einer auf die Aufprallfläche (9) auftreffenden Kraft, die der vorbestimmten Kraft entspricht, zumindest 20 %, bevorzugt zumindest 30 %, beträgt. 15
6. Schlaghandschuh (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Ausdehnungskoeffizient des fluidgefüllten Körpers bis zu 5 %, bevorzugt bis zu 3 % oder besonders bevorzugt bis zu 1 % beträgt. 20
7. Schlaghandschuh (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Schlaghandschuh (1) derart ausgebildet ist, dass die zwei in Aufprallrichtung gegenüberliegenden Seiten des fluidgefüllten Körpers (2) mit einem Abstand von zumindest 1 mm oder zumindest 3 mm vorliegen, wenn der Schlaghandschuh (1) mit der Aufprallfläche (9) mit der vorbestimmten Kraft auf den genannten Zylinder (104) auftrifft. 25
8. Schlaghandschuh (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Schlaghandschuh (1) einen Hochbeschleunigungssensor (4') umfasst, mit dem Beschleunigungsmesswerte von zumindest 64 g messbar sind. 30
9. Schlaghandschuh (1) nach Anspruch 8, wobei die genannte Recheneinheit (3') oder eine weitere Recheneinheit dazu ausgebildet ist, aus Messwerten des Hochbeschleunigungssensors (4') während eines Aufpralls zusammen mit einer geschätzten effektiven Masse einen Referenzwert zu bestimmen, und wobei die genannte Recheneinheit (3') oder die weitere Recheneinheit bevorzugt weiters dazu ausgebildet ist, den über den Drucksensor (3) bestimmten Kraftwert als Schlagkraft (Fs) auszugeben, wenn der über den Hochbeschleunigungssensor (4') ermittelte Referenzwert innerhalb einer Toleranz von 35

10 %, 20 % oder 30 % des über den Drucksensor (3) bestimmten Kraftwerts liegt, und den Referenzwert als Schlagkraft (Fs) auszugeben, wenn der Referenzwert außerhalb der genannten Toleranz liegt.

10. Verfahren zum Validieren des Schlaghandschuhs (1) mit einem Dämpfungskörper (8), einem fluidgefüllten Körper (2) und einem Drucksensor (3) zur Messung des Drucks im fluidgefüllten Körper (2), umfassend die Schritte: 40

- numerisches oder empirisches Ermitteln eines erwarteten Drucks, der im fluidgefüllten Körper (2) erwartet wird, wenn der Schlaghandschuh (1) mit einer vorbestimmten Kraft, die mindestens 2,5 kN beträgt, auf eine Mantelfläche eines im Wesentlichen unverformbaren Zylinders (104) mit einem Durchmesser vom 7 cm auftrifft,
- Schlagen des Schlaghandschuhs (1) mit der genannten Kraft auf den genannten Zylinder (104) und Messen des Drucks im fluidgefüllten Körper (2) mittels des Drucksensors (3), und
- Vergleichen, ob der gemessene Druck im Wesentlichen dem erwarteten Druck entspricht. 45

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schritt des numerischen Ermittels des erwarteten Drucks folgende Schritte umfasst: 50

- Schätzen eines Dämpfungskoeffizienten (c) des Schlaghandschuhs (1), der erwarteten Aufprallfläche des Zylinders (104) auf dem fluidgefüllten Körper (102) und optional auch eines Ausdehnungskoeffizienten (β) des fluidgefüllten Körpers (2) umfasst,
- Ermitteln des erwarteten Drucks, bevorzugt anhand der Formel $p = F(1-c+(3)/A)$, wobei F die vorbestimmte Kraft ist, c der Dämpfungskoeffizient ist, β der Ausdehnungskoeffizient ist und A die erwartete Aufprallfläche des Zylinders (104) auf dem fluidgefüllten Körper (2) ist. 55

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schritt des empirischen Ermittels des erwarteten Drucks folgende Schritte umfasst: 60

- Schlagen des Schlaghandschuhs (1) mit der genannten Kraft auf eine ebene Fläche (103) und Messen des Drucks im fluidgefüllten Körper (2) zum Erhalt des erwarteten Drucks. 65

13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schritt des empirischen Ermittels des erwarteten Drucks folgende Schritte umfasst: 70

- Schlagen des Schlaghandschuhs (1) mit der einer Testkraft auf den genannten Zylinder (104), wobei die Testkraft geringer als die vor- 75

bestimmte Kraft ist, bevorzugt geringer als 4 kN oder geringer als 3 kN, und Messen des Drucks im fluidgefüllten Körper (2) zum Erhalt eines Testdruckmesswertes,

- Ermitteln des erwarteten Drucks auf Basis des Testdruckmesswerts. 5

14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schlaghandschuh (1) einen Hochbeschleunigungssensor (4') umfasst, mit dem Beschleunigungsmesswerte von zumindest 64 g messbar pro Achse sind, und aus Messwerten des Hochbeschleunigungssensors (4') während eines Aufpralls zusammen mit einer geschätzten effektiven Masse ein Referenzwert bestimmt wird, wobei der Schritt des empirischen Ermitteln des erwarteten Drucks das Bestimmen des Referenzwertes während dem Schritt des Schlagens mit der genannten Kraft auf den genannten Zylinder (104) umfasst. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

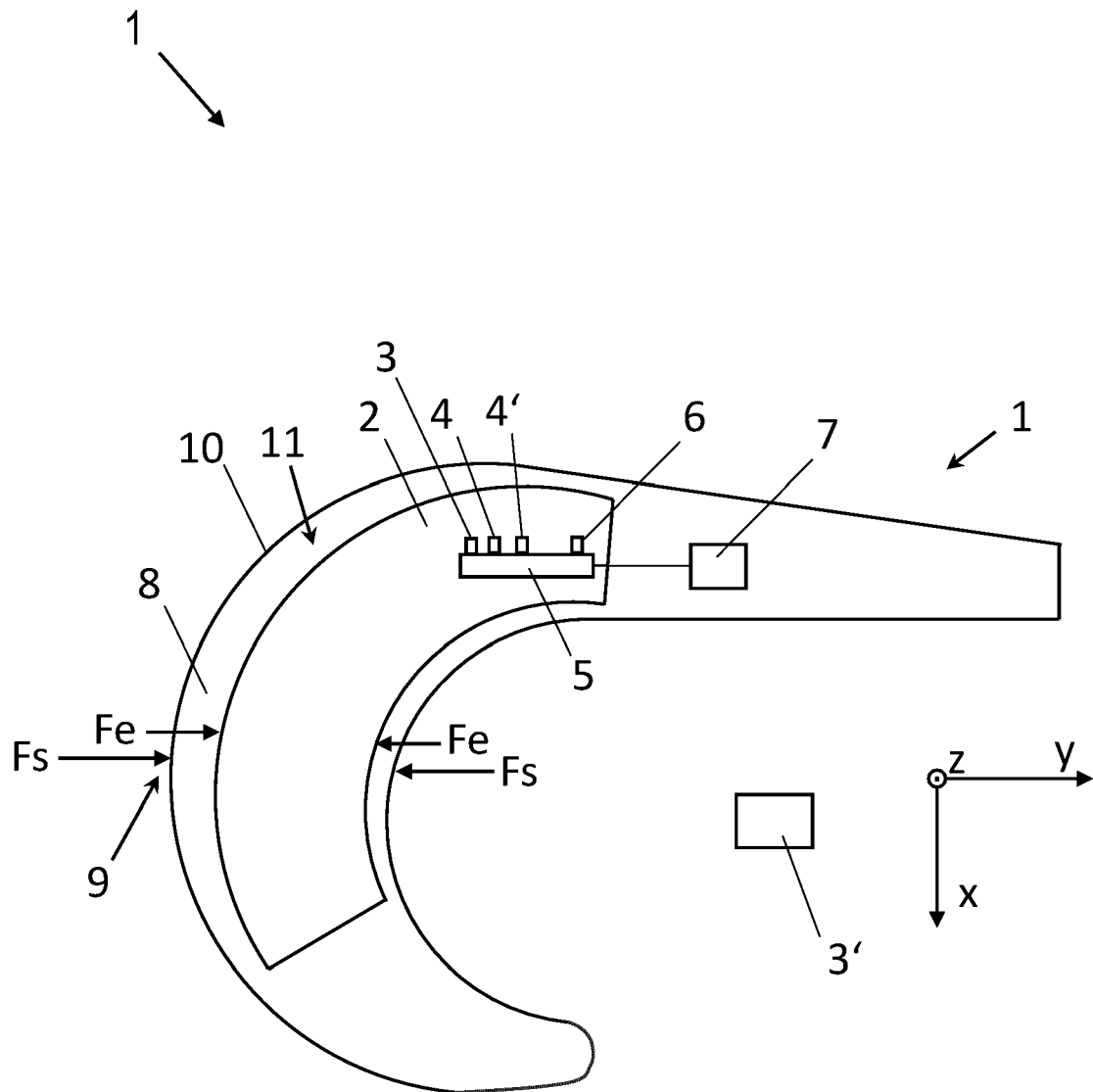


Fig. 1

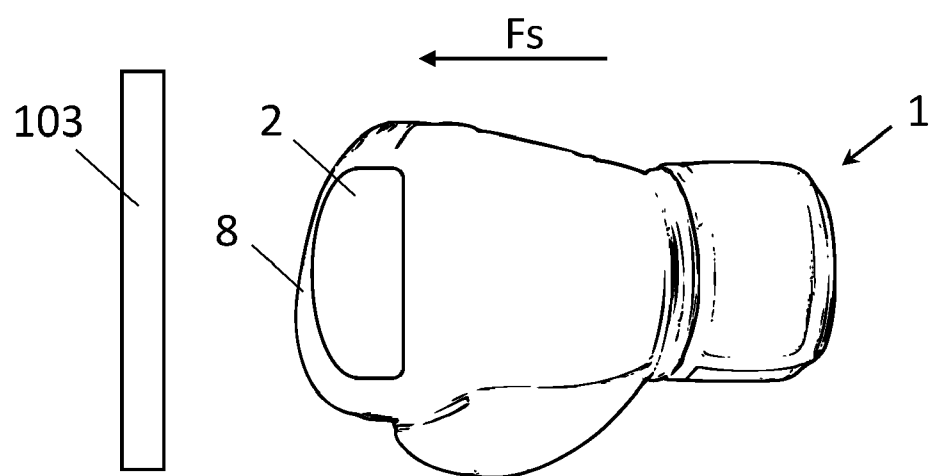


Fig. 2

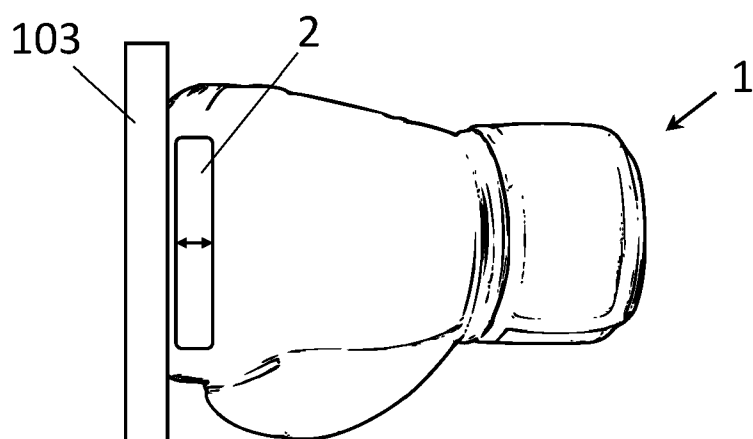


Fig. 3

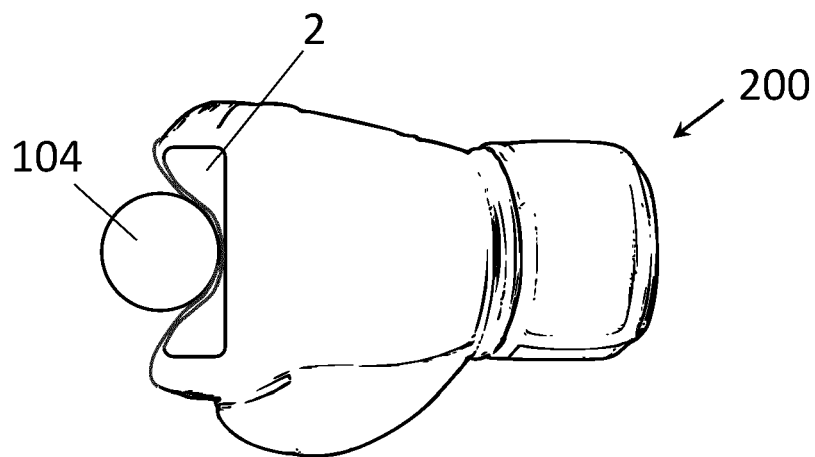


Fig. 4

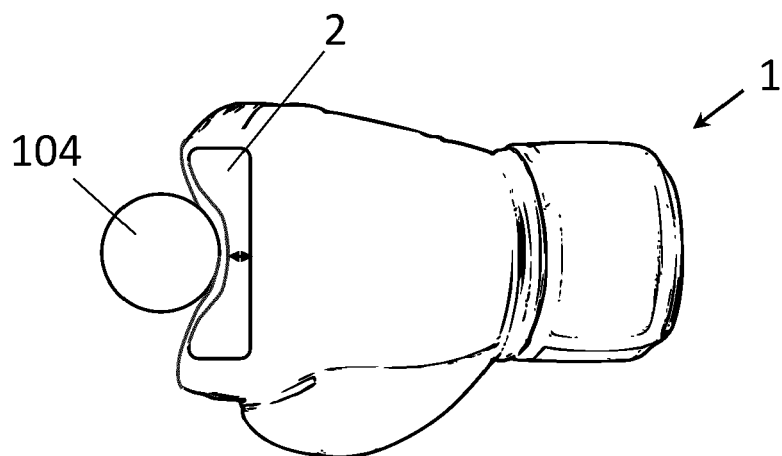


Fig. 5

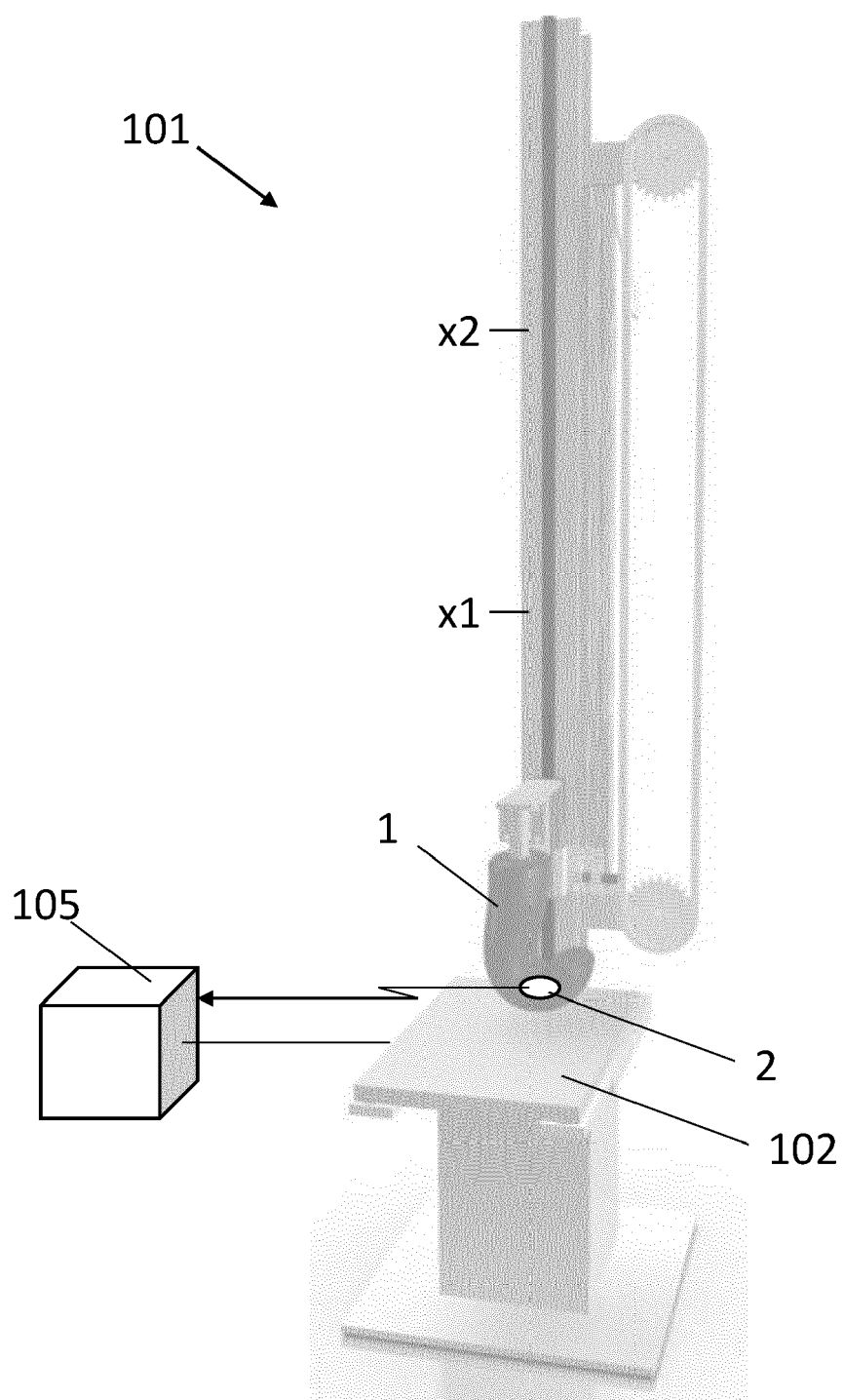


Fig. 6

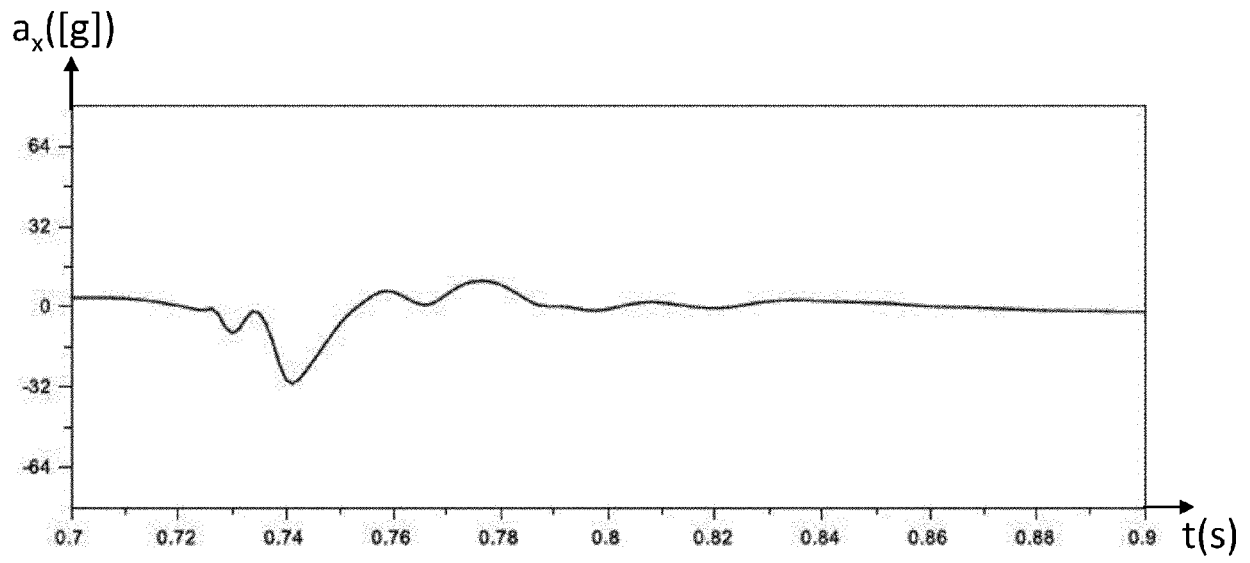


Fig. 7

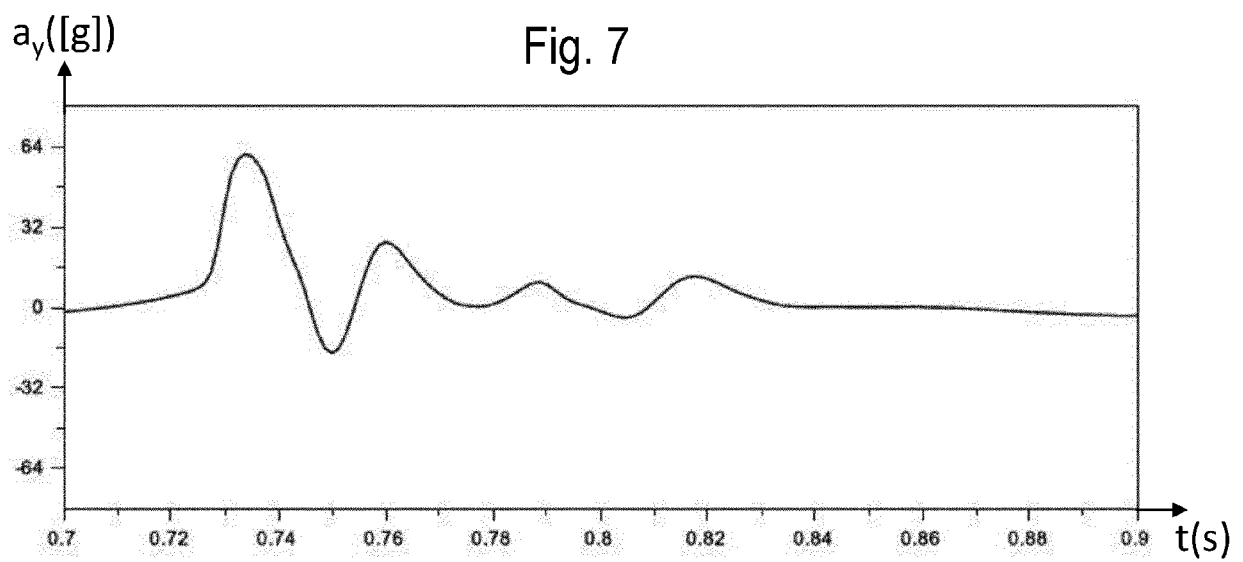


Fig. 8

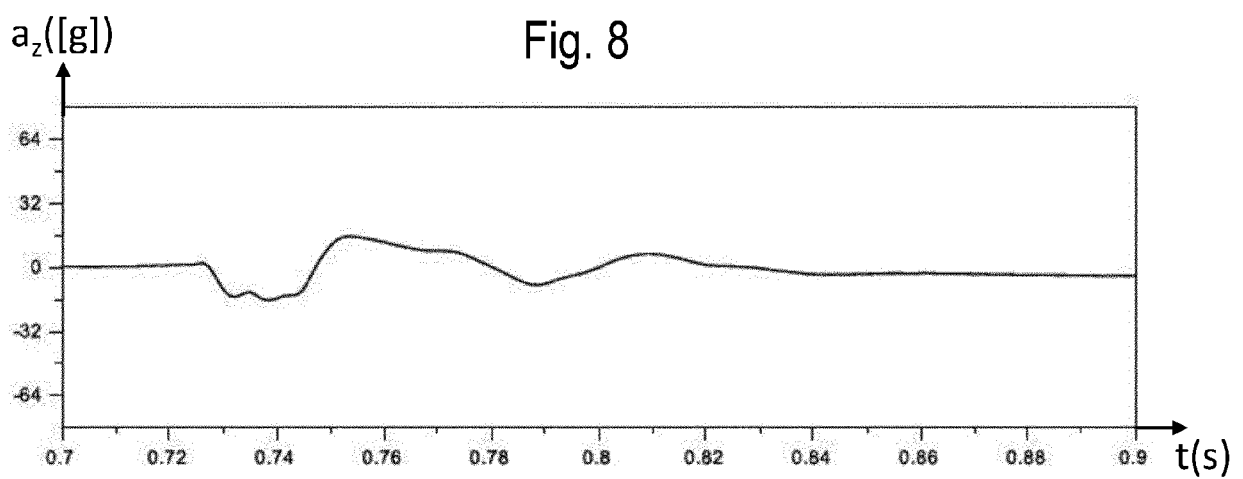


Fig. 9

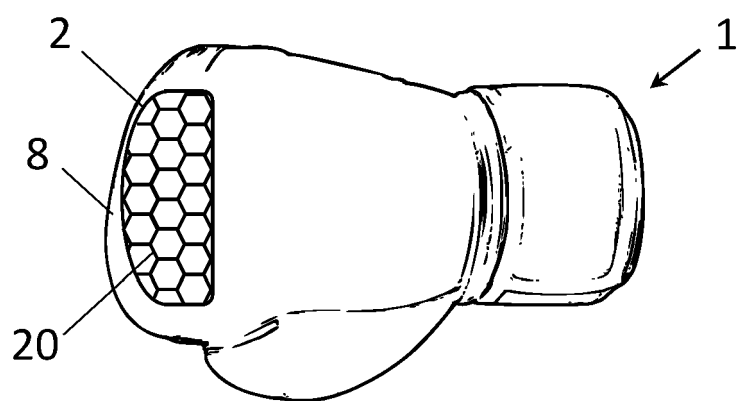


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 1906

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	WO 2020/041806 A1 (BLUE DANUBE ROBOTICS GMBH [AT]) 5. März 2020 (2020-03-05) * das ganze Dokument *	1-14	INV. A63B71/145
A	DE 20 2016 004467 U1 (SAGROSS DESIGN OFFICE GMBH [DE]) 27. Oktober 2016 (2016-10-27) * das ganze Dokument *	1-14	
A	DE 27 17 104 A1 (FRITSCHKE PETER ING GRAD) 26. Oktober 1978 (1978-10-26) * das ganze Dokument *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A63B G01L G01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		10. April 2024	Schindler-Bauer, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 21 1906

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-04-2024

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2020041806 A1	05-03-2020	EP 3844468 A1	07-07-2021
		US 2021316202 A1	14-10-2021
		WO 2020041806 A1	05-03-2020

DE 202016004467 U1	27-10-2016	KEINE	

DE 2717104 A1	26-10-1978	KEINE	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2017134712 A [0003]
- US 2018001141 A [0003]
- US 2012144414 A [0003]
- WO 2019106672 A [0003]
- WO 2020041806 A [0005] [0072]
- AT 501282023 A [0006]
- US 2011159939 A1 [0008] [0025]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **WALILKO, T. J. ; VIANO, D. C. ; BIR, C. A.**
Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. *British journal of sports medicine*, 2005, vol. 39 (10), 710-719 [0004]